

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-111624

(P2002-111624A)

(43)公開日 平成14年4月12日(2002.4.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 J 0 2 3
H 0 3 H 21/00		H 0 3 H 21/00	5 K 0 2 2
H 0 4 B 3/04		H 0 4 B 3/04	A 5 K 0 4 6
H 0 4 H 1/00		H 0 4 H 1/00	A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-303092(P2000-303092)

(22)出願日 平成12年10月3日(2000.10.3)

(71)出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72)発明者 中原 俊二

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 岡野 正寛

愛知県名古屋市東区東桜1丁目13番3号
日本放送協会 名古屋放送局内

(74)代理人 100072051

弁理士 杉村 興作 (外1名)

Fターム(参考) 5J023 DA03 DB03 DC01 DD02

5K022 DD01 DD33 DD34

5K046 AA05 BA06 DD14 EE06 EF15

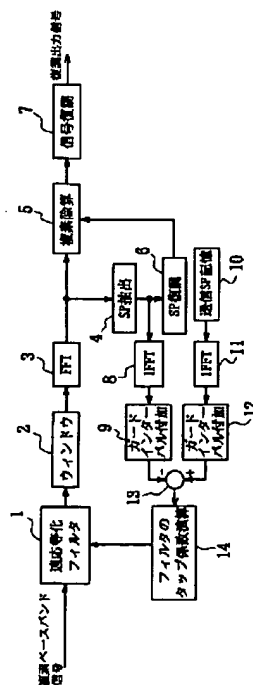
(54)【発明の名称】 OFDM信号受信装置

(57)【要約】

【課題】 OFDM信号受信装置において、受信信号にガードインターバル長を越える遅延時間の遅延波が存在する場合、従来の適応等化フィルタを用いた波形等化では、マルチパスによる遅延波の数が増える毎に最適値への収束に時間がかかったり、波形等化に必要なタップ係数の推定精度も低下するといった解決すべき課題があった。

【解決手段】 FFT回路(3)より前段に受信OFDM信号の波形を適応的に等化する適応等化フィルタ

(1)を具え、上記FFT回路(3)より後段において抽出(4)したパイロット信号をIFFT処理(8)した信号と予め受信装置内に記憶(10)されている送信パイロット信号をIFFT処理(11)した信号との差(13)信号によって上記適応等化フィルタ(1)のタップ係数を制御するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】FFT回路より前段に受信OFDM信号の波形を適応的に等化する適応等化フィルタを具え、前記FFT回路より後段において抽出したパイロット信号をIFFT処理した信号と予め受信装置内に記憶されている送信パイロット信号をIFFT処理した信号との差信号によって前記適応等化フィルタのタップ係数を制御するようにしたことを特徴とするOFDM信号受信装置。

【請求項2】FFT回路より前段に受信OFDM信号の波形を適応的に等化する適応等化フィルタを具え、該適応等化フィルタの出力と少なくとも予め受信装置内に記憶されている送信パイロット信号をIFFT処理した信号との差信号によって前記適応等化フィルタのタップ係数を制御するようにしたことを特徴とするOFDM信号受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 伝送方式によって伝送されたOFDM信号を受信するためのOFDM信号受信装置に係り、特に、ガードインターバル長を越える遅延時間のマルチパス環境下やSFN (Single Frequency Network: 単一周波数網) 内でのシンボル間干渉による伝送特性の劣化を軽減するための適応等化フィルタを具えたOFDM信号受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】OFDM伝送方式においては、通常、マルチパスによるシンボル間干渉を避けるため、送信側において、有効シンボル期間にガードインターバル期間を付加して送信している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この送信されたガードインターバル期間に基づいて、遅延波の遅延時間がガードインターバル長以内であれば、シンボル間干渉が生じないようにウィンドウで有効シンボル期間を切り出して復調することができる。しかし、遅延波の遅延時間がガードインターバル長を越える場合には、ウィンドウで有効シンボル期間を切り出すことができないため、やはり、シンボル間干渉が生じて伝送特性を劣化させることになる。

【0004】そこで、ガードインターバル長を越える遅延時間の遅延波が存在する場合、シンボル間干渉が生じないようにするためには、伝送特性を補償するべく受信信号の波形等化を行うことが必要となる。

【0005】公開特許公報、特開平11-298434号に、シンボル間干渉が生じる遅延波の波形等化に関して、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) 処理以前の段階で、受信信号の自己相関を求めて波形の適応

等化を行うことが記載されているが、この場合、自己相関がピークとなる位相を検出して適応等化フィルタのタップ係数を設定しているため、マルチパスによる遅延波の数が増える毎に最適値への収束に時間がかかるという問題がある。また、この方法では、雑音を含む信号どうしの比較をしているため、波形等化に必要なタップ係数の推定精度も低下する。

【0006】そこで、本発明の目的は、受信信号にガードインターバル長を越える遅延時間の遅延波が存在する場合、従来の適応等化フィルタを用いた波形等化では、マルチパスによる遅延波の数が増える毎に最適値への収束に時間がかかったり、また、波形等化に必要なタップ係数の推定精度も低下するといった問題があったのを、これら問題が排除されたOFDM信号受信装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明OFDM信号受信装置は、FFT回路より前段に受信OFDM信号の波形を適応的に等化する適応等化フィルタを具え、前記FFT回路より後段において抽出したパイロット信号をIFFT処理した信号と予め受信装置内に記憶されている送信パイロット信号をIFFT処理した信号との差信号によって前記適応等化フィルタのタップ係数を制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0008】また、本発明OFDM信号受信装置は、FFT回路より前段に受信OFDM信号の波形を適応的に等化する適応等化フィルタを具え、該適応等化フィルタの出力と少なくとも予め受信装置内に記憶されている送信パイロット信号をIFFT処理した信号との差信号によって前記適応等化フィルタのタップ係数を制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照し、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。以下に、本発明OFDM信号受信装置の第1の発明と、第2の発明を幾つかの実施形態について説明するが、これらの実施形態は、いずれもISDB-T (Integrated Services Broadcasting for Terrestrial: 地上統合デジタル放送) に関する実施形態である。また、以下の実施形態では、パイロットキャリアとして振幅・位相基準であるSP (Scattered Pilot: スキャッタードパイロット) キャリア (以下、単にSPと記す) を使用するものとする。

【0010】図1は、本発明の第1の発明の一実施形態を示すブロック図である。なお、以下に説明する図1、図5および図6に示される回路において、入力信号は、いずれも受信信号がA/D変換され、直交復調されたデジタル複素ベースバンド信号であるとする。図1において、まず、デジタル複素ベースバンド信号は適応等化フ

ィルタ1に入力され、波形等化される。波形等化された信号はウィンドウ回路2に送られ、有効シンボル期間が切り出される。切り出された信号はFFT回路3に送られFFT処理され、データキャリアや各種のパイロットキャリアが取り出される。

【0011】FFT回路3の出力はSP抽出回路4および複素除算回路5に送られる。SP抽出回路4においては、SPが抽出され、さらに、送信SP記憶回路、複素除算回路および補完フィルタでもって構成されるSP復調回路6においてSPの復調、フィルタリング処理が行われ(図2参照)、複素除算回路5に送られる。複素除算回路5においては、復調されたSPを用いて、FFT回路3から複素除算回路5に送られるデータキャリアの波形等化を行う。また、信号復調回路7においては、複素除算回路5の出力の硬判定を行い、最終的にデータが復元される。

【0012】以上説明した部分は、適応等化フィルタ1が含まれる点を除いて、通常のOFDM信号受信装置の構成と変わるものではないが、以下では、ガードインターバル長を越える遅延時間の遅延波が到来したときに、シンボル間干渉による伝送特性の劣化を軽減することができるようにするために、本発明により新たに付加した部分について説明する。ここに、本発明により新たに付加した部分は、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform: 高速逆フーリエ変換)回路8、ガードインターバル付加回路9、送信SP記憶回路10、IFFT回路11、ガードインターバル付加回路12、減算回路13、およびフィルタのタップ係数演算回路14である。

【0013】この部分の動作につき説明する。上述のSP抽出回路4で抽出したSP(受信信号のSP)はIFFT回路8に送られ、IFFT処理される。このIFFT処理された信号は、ガードインターバル付加回路9においてガードインターバルが付加されることで受信したSPキャリア単独の時間波形を生成し、これは、減算回路13の減数端子に印加される。

【0014】一方、リファレンスSPキャリア(リファレンス信号のSP)の時間波形を生成するために、送信SP記憶回路10に予め記憶されている送信時のSPキャリアを表す送信SP信号が、IFFT回路11においてIFFT処理され、さらに、ガードインターバル付加回路12においてガードインターバルが付加される。この信号は、減算回路13の被減数端子に印加される。

【0015】減算回路13においては、被減数端子に印加された信号から減数端子に印加された信号が減算され、減算結果が差分信号としてフィルタのタップ係数演算回路14に送られる。フィルタのタップ係数演算回路14においては、最大傾斜法を用いて上記差分信号が最小となるように適応等化フィルタ1(図3に、適応等化フィルタの一構成例を示している)のタップ係数の更新を行う。

【0016】SPキャリアは、ISDB-Tにおいて、4シンボル単位で巡回する既知の信号(図4参照)であるため、図1中の送信SP記憶回路10、IFFT回路11、およびガードインターバル付加回路12の部分を、その既知の信号を生成する1個の時間波形生成回路に置き換える(図示しない)ことも可能である。

【0017】また、図1において、ガードインターバル付加回路9と12は特に設けなくて、減算回路13による差分計算を、有効シンボル期間のみで間欠的に行うようにすることも可能である。

【0018】図5は、本発明の第2の発明の一実施形態を示すブロック図である。第2の発明においては、上述した第1の発明におけるように、受信信号のSPとリファレンス信号のSPとで差分を計算して、その差分が最小となるように適応等化フィルタ1のタップ係数の更新を行うのではなく、適応等化フィルタ1の出力(受信信号)とリファレンスSPキャリア(リファレンス信号のSP)とで差分を計算して、その差分が最小となるように適応等化フィルタ1のタップ係数の更新を行うようにしている。なお、図5において、図1と同じ回路要素には同一符号を付して示している。

【0019】図5中、適応等化フィルタ1、ウィンドウ回路2、FFT回路3、SP抽出回路4、複素除算回路5、SP復調回路6、および信号復調回路7からなり、OFDM信号を復調する部分は図1に示したものと変わらないのでその説明は省略する。図5においては、減算回路13の減数端子に印加される信号は適応等化フィルタ1の出力信号であり(この点のみが、図1と異なる)、また、減算回路13の被減数端子に印加される信号は、送信SP記憶回路10に予め記憶されている送信時のSPキャリアを表す送信SP信号が、IFFT回路11においてIFFT処理され、さらに、ガードインターバル付加回路12においてガードインターバルが付加された信号である。

【0020】図5においても、フィルタのタップ係数演算回路14においては、最大傾斜法を用いて減算回路13の出力である差分信号が最小となるように適応等化フィルタ1のタップ係数の更新を行う。

【0021】また、この第2の発明においても、第1の発明の場合と同様に、図5中の送信SP記憶回路10、IFFT回路11、およびガードインターバル付加回路12の部分を、1個の時間波形生成回路に置き換える(図示しない)ことが可能である。また、第1の発明の場合と同様に、図5中のガードインターバル付加回路12は特に設けなくて、減算回路13による差分計算を、有効シンボル期間のみで間欠的に行うようにすることも可能である。

【0022】図6は、本発明の第2の発明の他の実施形態を示すブロック図である。なお、図6においても、図1と同じ回路要素には同一符号を付して示している。

【0023】図6に示す実施形態と上述した図5に示す実施形態とは、図5の場合、送信SP記憶回路10に予め記憶されている送信時のSPキャリアを表す送信SP信号（リファレンス信号のSP）が、IFFT回路11においてIFFT処理されているのに対し、本実施形態では、送信SP記憶回路10からの送信時のSPキャリアを表す送信SP信号に加え、信号復調回路7からの復調（硬判定）出力信号もIFFT回路11においてIFFT処理される点において異なっている。また、図6においても、ガードインターバル付加回路12は特に設けず、減算回路13による差分計算を、有効シンボル期間のみで間欠的に行うようにすることも可能である。

【0024】また、本実施形態では、IFFT回路11においてIFFT処理される信号に復調出力信号も加わったため、減算回路13の減数端子に印加される適応等化フィルタ1の出力信号（受信信号）を時間合わせのために遅らせる必要があり、遅延回路15はそのためのものである。

【0025】上記において、送信時のSPキャリアを表す送信SP信号とともにIFFT回路11に入力される信号としては、上述した信号復調回路7からの硬判定出力信号のほかに、誤り訂正後の受信信号や復調したSP信号などであってもよい。

【0026】以上説明した本発明の各実施形態においては、リファレンス信号としてSPキャリアを使用するものとしたが、これは、SPキャリアに限られるものではなく、OFDM信号の振幅・位相基準を伝送するために使用されるパイロット信号の全てが本発明に使用可能であることは言うまでもない。

【0027】また、上記において、適応等化フィルタ1のタップ係数を更新することにより、減算回路13で減算を行った結果（差分信号）を最小化する処理は、LMS (Least Mean Square) やRL (Recursive Least Square) 等の既知のアルゴリズムを用いて行うことができる。

【0028】また、本発明の適用対象は、上述のISDB-T方式に使用するOFDM信号受信装置に限られる

ものではなく、広く一般にOFDM信号受信装置に適用可能であることも言うまでもない。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、受信信号にガードインターバル長を越える遅延時間の遅延波が存在するときにも、シンボル間干渉による伝送特性の劣化を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の発明の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】 図1中のSP復調回路の構成と、SP抽出回路、SP復調回路、および複素除算回路間の接続を示す図である。

【図3】 図1中の適応等化フィルタの一構成例を示す図である。

【図4】 ISDB-TにおけるSPキャリアの配置を示す図である。

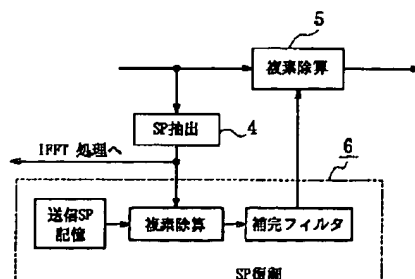
【図5】 本発明の第2の発明の一実施形態を示すブロック図である。

【図6】 本発明の第2の発明の他の実施形態を示すブロック図である。

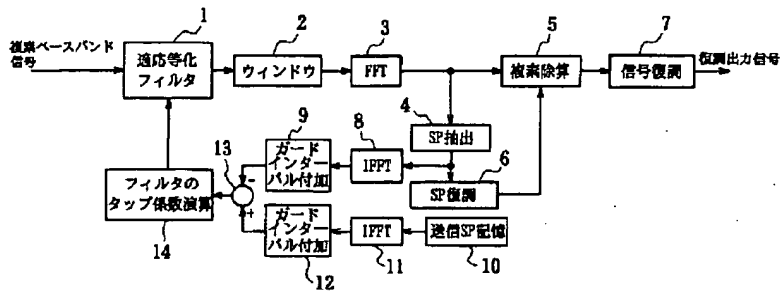
【符号の説明】

- 1 適応等化フィルタ
- 2 ウィンドウ回路
- 3 FFT回路
- 4 SP抽出回路
- 5 複素除算回路
- 6 SP復調回路
- 7 信号復調回路
- 8 IFFT回路
- 9 ガードインターバル付加回路
- 10 送信SP記憶回路
- 11 IFFT回路
- 12 ガードインターバル付加回路
- 13 減算回路
- 14 フィルタのタップ係数演算回路
- 15 遅延回路

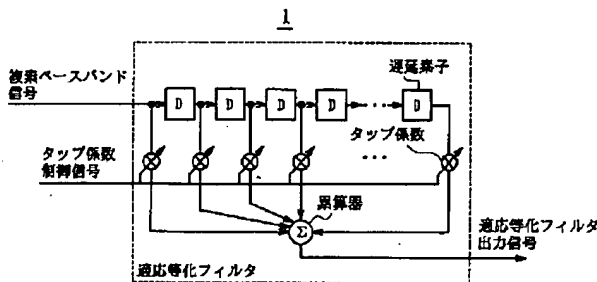
【図3】



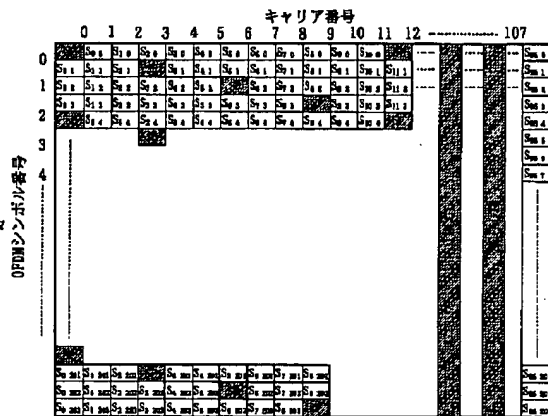
【図1】



【図2】

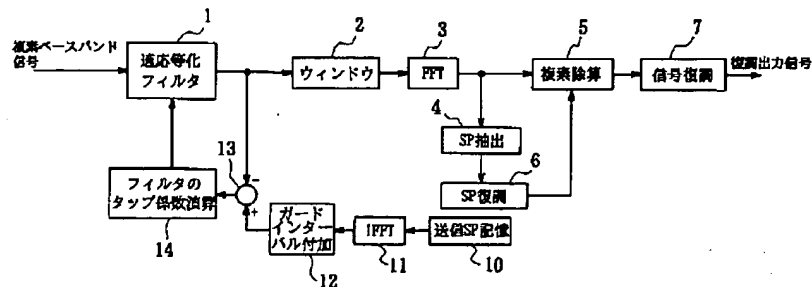


【図4】



$S_{i,j}$: インターリーブ後のデータセグメント内のキャリアシンボル

【図5】



【図6】

